

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-018849

(43)Date of publication of application : 20.01.1998

(51)Int.Cl.

F02B 27/00

(21)Application number : 08-173799

(71)Applicant : MITSUBISHI MOTORS CORP

(22)Date of filing : 03.07.1996

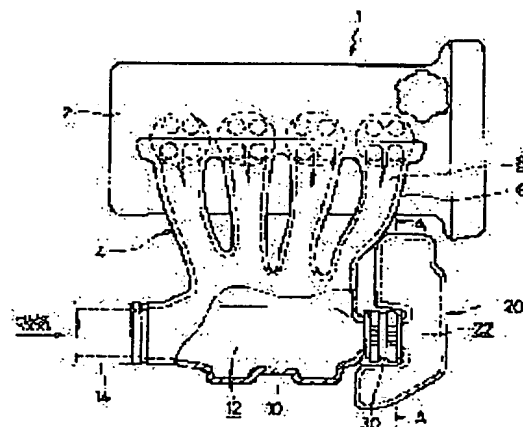
(72)Inventor : TAMURA HIROKI  
NAKAYAMA OSAMU  
YAMAZAKI NAOKI

## (54) INTAKE DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the output in the accelerating speed range of an engine by communicating and connecting a resonance chamber for generating intake resonance with/to a surge tank or an intake passage positioned just upstream from the surge tank, and carrying out resonance supercharging to each cylinder.

**SOLUTION:** An intake manifold 4 is provided with four branch pipes 6 in which an intake passage 8 for leading air to each cylinder of a four cylinder engine 1 inside, a space 12 inside, and a surge tank 10 for branching air into each intake pipe 6 integrally. In this case, for example, hard resin resonator (a resonance device) 20 whose inner resonance chamber 22 is communicated with the space 12 of the surge tank 10, is connected to the other end of the surge tank 10 through a connecting member 30. The resonance frequency of the resonator 20 is set to synchronize with the frequency of pressure pulsation generated a prescribed engine speed, and thereby, resonance supercharging is carried out by the prescribed engine speed in the half of the intake stroke of each cylinder so as to improve the output of the engine.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

31.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

04.09.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the suction system of an internal combustion engine, and relates to the suction system using the resonance supercharge effect in detail.

[0002]

[Related background technology] Inertia supercharging and resonance supercharge are known as a means for raising the inhalation-of-air effectiveness of an internal combustion engine, i.e., the volumetric efficiency of the inhalation of air inhaled by the combustion chamber, and raising an output torque. Inertia supercharging raises inhalation-of-air effectiveness by reflection of vibration of the inhalation of air generated within each independent inlet pipe of an inlet manifold based on the generating negative pressure by piston descent, and closing motion of an intake valve, and on the other hand, as resonance supercharge makes the vibration of an inhalation-of-air system based on the generating negative pressure by piston descent, and closing motion of an intake valve resonate by the whole inhalation-of-air system and amplifies it in a multiple cylinder engine, it raises inhalation-of-air effectiveness.

[0003] Usually, according to the capacity of an inhalation-of-air system, the resonating resonance frequency (resonant frequency) was naturally decided by resonance supercharge. He is trying to attach resonance equipment (resonator) in an inhalation-of-air system from this for the purpose of making resonance frequency in agreement with the vibration frequency of the inhalation-of-air system according to the rotational frequency of a desired internal combustion engine. For example, he is trying to attach this resonance equipment in an upstream intake pipe rather than a throttle body with the equipment indicated by JP,8-19885,B.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in order to perform resonance supercharge suitably, it is good to make it bring close to the generation source of vibration of inhalation of air, i.e., an inlet manifold, if possible. However, with the equipment indicated by the above-mentioned official report, resonance equipment is attached in the upstream, i.e., the distant location estranged from the inlet manifold, rather than the throttle body.

[0005] Thus, when resonance equipment is in a location distant from an inlet manifold, vibration of inhalation of air does not act on resonance equipment good, and the resonance wave to generate also has it. [ weak ] Even when it follows, for example, the rotational frequency of an internal combustion engine is comparatively high and the vibration frequency of the inhalation of air to generate is large, it becomes impossible for resonance equipment to cause exact resonance because the vibration declines. Therefore, even if it is the case where he wants to enlarge especially the output torque in the medium-speed rotational frequency region where the rotational frequency of an internal combustion engine is comparatively high, an output torque cannot be made to improve in the engine speed.

[0006] In this case, when the internal combustion engine is carried in vehicles although it becomes possible fitness and to be stabilized and to cause resonance even if the rotational frequency of an internal combustion engine is high to some extent if capacity of resonance equipment is enlarged, an engine room will be enlarged superfluously that resonance equipment should be contained, and it is not realistic. furthermore, from the receipt ease for example, in an engine room, the above-mentioned intake pipe is manufactured by elastic material, such as resin and rubber material, in many cases, and a possibility that an intake pipe may absorb [ resonance equipment ] vibration of inhalation of air to an attachment \*\*\*\* case is in such an intake pipe. Therefore, in this case, a mesomeric effect is hardly acquired and it is not desirable.

[0007] Moreover, when using improvement in an output torque as a drawing wax according to a mesomeric effect, although the rotational frequency region of an internal combustion engine where the improvement in an output torque is attained will become settled with resonance frequency, it is made desirable [ making this rotational frequency region in agreement with the rotational frequency region regularly used at the time of acceleration of vehicles ]. Therefore, it becomes a technical problem in this case whether resonance frequency is

set up in the viewpoint which secures vehicles quality by making what kind of rotational frequency region into the rotational frequency region for acceleration.

[0008] The place which this invention was made based on the situation mentioned above, and is made into the purpose is about the output in the rotational frequency region for acceleration of an internal combustion engine to offer the suction system of the internal combustion engine which can improve certainly.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, in invention of claim 1 A surge tank formed between an inhalation-of-air path to which inhalation of air to an internal combustion engine is led, and said internal combustion engine and said inhalation-of-air path, An inlet manifold which connects between each gas column of said internal combustion engine, and said surge tanks, It connects with an inhalation-of-air path of said surge tank or said surge tank right above style through opening, has a resonant chamber which generates inhalation-of-air resonance, and is characterized by having resonance equipment which performs resonance supercharge in said each gas column.

[0010] Therefore, resonance equipment resonates according to vibration of inhalation of air in a surge tank, the resonance supercharge effect is demonstrated, and inhalation-of-air effectiveness of each gas column of an internal combustion engine improves. When an inlet manifold and a surge tank consist of materials which have high rigidity especially, it acts on resonance equipment good, without vibration of inhalation of air generated within a manifold decreasing almost. Thereby, even if it is vibration of few inhalation of air, the resonance supercharge effect is demonstrated good.

[0011] If rigidity of an inhalation-of-air path of the downstream containing this attachment section is also made high when attaching resonance equipment in an inhalation-of-air path side of a surge tank right above style, the too good resonance supercharge effect will be demonstrated. Furthermore, if rigidity of resonance equipment itself is made high, the better resonance supercharge effect will be demonstrated. Moreover, in invention of claim 2, resonance frequency of said inhalation-of-air resonance is determined based on the cylinder part chief who connects an inhalation-of-air path of a opening size of said opening, capacity of said resonant chamber and said resonant chamber, said surge tank, or said surge tank right above style, and said resonance frequency is characterized by being set up so that it may be in agreement with vibration frequency of inhalation of air at the time of a specific rotational frequency region of said internal combustion engine.

[0012] Therefore, resonance frequency is made into vibration frequency of inhalation of air at the time of a specific rotational frequency region of an internal combustion engine, and a setup of a opening size of opening, capacity of a resonant chamber, etc. is enabled good so that it may become this resonance frequency. Thereby, in a specific rotational frequency region, the resonance supercharge effect is demonstrated suitably, and an output torque increases. If it is when an internal combustion engine is carried in vehicles, it is making a specific rotational frequency region into a medium-speed rotational frequency region, for example, and acceleration nature in a medium-speed region of vehicles improves.

[0013] In addition, it is good preferably to constitute said internal combustion engine from an injection mold gasoline internal combustion engine in a cylinder. Thereby, since an octane value of a charge of cylinder internal combustion in early stages of acceleration does not fall, a tooth-lead-angle setup of ignition timing in early stages of acceleration when wall surface temperature of a combustion chamber is low, and it is hard to generate knocking is enough enabled to the time of steady operation, an output torque of a low rotational frequency region is secured by this, and acceleration feeling of an injection mold gasoline internal combustion engine in a cylinder improves remarkably conjointly with a resonance supercharge operation in the above-mentioned medium-speed rotational frequency region.

[0014] Setting up a profile of a cam which makes an induction-exhaust valve (especially inlet valve) of an internal combustion engine open and close otherwise as a means which raises an acceleration feeling, so that it may suit most in a low rotational frequency region is also considered. Also by this, an acceleration feeling improves good conjointly with a resonance supercharge operation in the above-mentioned medium-speed rotational frequency region. Moreover, in invention of claim 3, resonance frequency of said inhalation-of-air resonance is characterized by being set up so that it may be in agreement with vibration frequency of inhalation of air in a specific rotational frequency region from which it was filled and separated from a sound generating rotational frequency.

[0015] therefore, unpleasant, while acceleration engine performance is markedly alike and improves by matching gear ratio etc. so that it may become a common use region at the time of acceleration operation about a resonance rotational frequency region -- it is filled and increase of a sound is suppressed suitably. Moreover, in invention of claim 4, said internal combustion engine is a four-cycle 4-cylinder engine, and it is characterized by a specific rotational frequency region of this engine being near the 3500 - 4000rpm.

[0016] Therefore, if it is when an internal combustion engine is in a rotational frequency region near the 3500 -

4000rpm, exertion of the resonance supercharge effect is enabled suitably and an internal combustion engine is carried in vehicles, the acceleration nature of a medium-speed region near [ where frequency where vehicles reach during acceleration transit is high ] the 3500 - 4000rpm improves. On the other hand, when an internal combustion engine is in a rotational frequency region low near the 3500 - 4000rpm, resonance equipment does not resonate. Thereby, an unpleasant thing which occur by vibration of inhalation of air in a low-speed rotation numerical range (2500rpm near [ In for example the case of a four-cycle 4-cylinder engine ]) and for which it is filled and a sound is amplified is lost.

[0017] Moreover, in invention of claim 5, said capacity is characterized by being set as the range of 1.5l. or more and 6.0l. or less. Therefore, without enlarging capacity of a resonant chamber, though it is compact, improvement in the resonance supercharge effect in a specific rotational frequency region of an internal combustion engine of resonance equipment is enabled.

[0018] Moreover, in invention of claim 6, the opening of said opening is carried out circularly, and said opening size is characterized by being set as a range below a diameter of circle which has two thirds of area of the maximum cross sectional area of said surge tank with which a diameter of 30 millimeters or more and said opening are prepared according to said capacity, or said inhalation-of-air path. Therefore, even if it does not enlarge capacity of a resonant chamber and does not enlarge a opening size of a opening according to capacity of a resonant chamber, improvement in the resonance supercharge effect in a specific rotational frequency region of an internal combustion engine is enabled.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, with reference to a drawing, the example as a gestalt of operation of this invention is explained to details. It is carried in vehicles, the upper \*\* Fig. of an internal combustion engine 1 where the suction system concerning this invention is applied is shown in drawing 1 , and the configuration of the suction system of an engine 1 is hereafter explained to it based on this drawing.

[0020] The engine 2 of an engine 1 is a four-cycle 4-cylinder gasoline engine with a displacement of 2l. Although the injection mold gasoline engine in a cylinder of the method which injects a direct fuel is applied in the gas column, it is not restricted to this, but if it is the engine which has the Taki cylinder, the engine which has what kind of fuel-injection method can also be applied especially here. Moreover, also about displacement, it is not limited to 2l. and the applicability is as wide as 1 to about 3l.

[0021] In the injection mold gasoline engine in a cylinder as shown in the example concerned, inhalation of air is made to be performed from the upper part to each gas column. Therefore, with this engine 1, the intake manifold (inlet manifold) 4 which performs inhalation of air in each gas column is being connected and fixed to the upper part of an engine 2. This intake manifold 4 is metal, such as an aluminum alloy, and has high rigidity.

[0022] The intake manifold 4 consists of four branch pipes 6 with which the inhalation-of-air path 8 which leads air to each gas column was formed in the interior. And in this intake manifold 4, it has space 12 inside, and the surge tank 10 which carries out splitting of the air to each inlet pipe 6 is formed in one. The capacity of this space 12 is set as the degree (for example, 0.8l. - 2.3l.) a little smaller than the displacement of an engine 1.

[0023] The inlet pipe 14 prolonged in an air cleaner (not shown) through a throttle valve (not shown) is connected to the end of a surge tank 10. Thereby, air is supplied to each gas column through a surge tank 10 4, i.e., an intake manifold. On the other hand, the resonator (resonance equipment) 20 which the internal resonant chamber 22 opens for free passage with the space 12 of a surge tank 10 is connected to the other end of a surge tank 10. In detail, a resonator 20 is for example, a product made of rigid resin, and is connected to the other end of a surge tank 10 through the bond part material 30.

[0024] Usually, the above-mentioned surge tank 10 has the function to stabilize inertia supercharging by the branch pipe 6, and has the function to align pressure pulsation of the pressure wave by the inhalation of air of each gas column with the resonant frequency  $f_R$  of an inhalation-of-air system, i.e., a resonance frequency, good, and to demonstrate the resonance supercharge effect further. However, by forming a resonator 20 in an inhalation-of-air system as mentioned above, adjustable [ of the above-mentioned resonance frequency  $f_R$  ] can be carried out, and, thereby, it is made possible to generate resonance supercharge suitably in the predetermined engine speed  $Ne_1$ . That is, by this predetermined engine speed  $Ne_1$ , if the resonance frequency  $f_R$  of a resonator 20 is set up so that it may align with the frequency  $f$  of the pressure pulsation generated in the predetermined engine speed  $Ne_1$ , when each piston (not shown) of the intake-stroke second half 1 of each gas column, i.e., an engine, starts a rise and air is \*\*\*\*(ed) in a branch pipe 6, it will be supposed that it is possible to stop this \*\*\*\*\* suitably and to perform resonance supercharge. It is made possible to gather volumetric efficiency and to raise the output torque of an engine 1 by this.

[0025] If the cross section which meets the A-A line in drawing 1 when drawing 2 is referred to is shown and drawing 3 is referred to, the cross section which meets the B-B line in drawing 2 will be shown, and the details of these drawing 2 and the resonator 20 applied to this invention based on 3 will be explained hereafter. clear from

drawing 2 -- as -- the resonator 20 interior -- the above-mentioned resonant chamber 22 -- formation -- now, it is. Let this resonant chamber 22 be the closed space which carries out a opening only in the opening edge (opening) 28 of a cylinder part 24.

[0026] Moreover, in parts for both the connection of a surge tank 10 and a resonator 20, it considers as the condition that the opening edge (opening) 19 of the cylinder part 16 of a surge tank 10 and the above-mentioned opening edge 28 of the cylinder part 24 of a resonator 20 which have a circular opening have few crevices, and each other were compared so that clearly from drawing 3. And the tube 30 which consists of rubber material which had comparatively high reinforcement in the cylinder part 16 and the cylinder part 24 is attached outside by the close condition. He is trying for this tube 30 not to separate easily by the projection 18 and projection 26 which were formed in the cylinder part 16 and the cylinder part 24. Furthermore, at a tube 30, it is closed with a bolt 38, and the bands 36 and 36 of the pair which can adjust condition are attached outside corresponding to the cylinder part 16 and the cylinder part 24, respectively. Thereby, the tube 30 was bound tight by bands 36 and 36, the pressure welding was carried out to the cylinder part 16 and the cylinder part 24, and it has connected the resonator 20 and the surge tank 10 firmly, having a buffer function to vibration of the resonator 20 when vehicles shake.

[0027] By the way, the above-mentioned resonance frequency  $f_R$  is computed, the resonance type (1), i.e., the degree type, of helmholtz.

$f_R = \frac{a}{\pi \cdot DR^2 / 4 \cdot VR \cdot LR}$ , and  $VR \cdot LR$   $1/2/2$ , and  $\pi$  -- (1)  $a$  is acoustic velocity here,  $DR$  is the diameter of a opening of the above-mentioned cylinder part 24 of a resonator 20 (refer to drawing 3),  $VR$  is the capacity of the above-mentioned resonant chamber 22, and  $LR$  is the length of a cylinder part 24 (refer to drawing 3).

[0028] That is, the formula (1) concerned enables a setup of the above-mentioned resonance frequency  $f_R$  freely by changing the capacity  $VR$  of the diameter  $DR$  of a opening of the cylinder part 24 of a resonator 20, and the above-mentioned resonant chamber 22, and length  $LR$  of a cylinder part 24. Here, he is trying for the resonance frequency  $f_R$  of a resonator 20 to align and resonate in the frequency  $f$  (for example, 135Hz) of the pressure pulsation generated when an engine 1 is operated by the predetermined engine speed  $Ne_1$  (for example, 4000rpm), and the above-mentioned diameter  $DR$  of a opening, capacity  $VR$ , and length  $LR$  are set up based on this resonance frequency  $f_R$ . That is, the diameter  $DR$  of a opening, capacity  $VR$ , and length  $LR$  are set up so that volumetric efficiency may be raised the best in the predetermined engine speed  $Ne_1$  (for example, 4000rpm). By this, the output torque of the engine 1 in case an engine speed  $Ne$  is engine-speed  $Ne_1$  (for example, 4000rpm) predetermined near will improve suitably. In addition, especially the predetermined engine speed  $Ne_1$  is good to be set up in the range near the 3500 - 4000rpm (specific rotational frequency region) 3000 to 5000 rpm.

[0029] Reference of drawing 4 shows the relation of the capacity  $VR$  of a resonator 20 and the rate of the improvement in an output torque in an engine speed  $Ne_1$  (for example, 4000rpm) as the continuous line. clear from this drawing -- as -- the range where capacity  $VR$  is larger than the predetermined capacity  $VR_1$  (for example, 2l.) -- the rate of the improvement in an output torque -- so much -- not changing -- abbreviation -- it is supposed that it is fixed. Therefore, the above-mentioned capacity  $VR$  is made into the predetermined capacity  $VR_1$  (for example, 2l.) or more than it, and is usually set as about 2l. here that a resonator 20 should be made small as much as possible from relation with the storage space of the engine room of vehicles. In addition, what is necessary is just to set up capacity  $VR$  according to the displacement of an engine 1, since the one where capacity  $VR$  is larger is stabilized by resonance supercharge. At this time, the minimum value of capacity  $VR$  is made into 1.5l., and maximum is made into 6l. in consideration of the magnitude of an engine room.

[0030] Moreover, reference of drawing 5 shows the relation between the diameter  $DR$  of a opening of the cylinder part 24 of a resonator 20 in an engine speed  $Ne_1$  (for example, 4000rpm), and the rate of the improvement in an output torque as the continuous line. Like the case of the above-mentioned capacity  $VR$ , in the range where the diameter  $DR$  of a opening is larger than the diameter  $DR_1$  (for example, 45mm) of a predetermined opening, the rate of the improvement in an output torque does not change so much, but is abbreviation regularity. Therefore, let the above-mentioned diameter  $DR$  of a opening be for example, diameter  $DR$  of predetermined opening1 (for example, 45mm) near here. However, this diameter  $DR$  of a opening changes according to capacity  $VR$ , and that minimum value is set to 30mm, and let maximum be the diameter of circle which has two thirds of the cross sections of the cross sectional area of a surge tank 10.

[0031] In addition, it may not be restricted to a configuration as shown here, but as long as reservation of one or more predetermined capacity  $VR$  is possible for the configuration of a resonator 20, it may be what kind of configuration. By the way, the capacity  $VR$  of a surge tank 10 is about 1.8-3.0l., and the diameter  $DR$  of a opening of the most desirable item range as a real example is about 35-50mm.

[0032] Hereafter, an operation of the suction system constituted in this way is explained. If above-mentioned drawing 4 and 5 are referred to again, the alternate long and short dash line has shown the relation between the capacity  $VR$  at the time of attaching a resonator in the inlet pipe 14 by the side of the upstream, i.e., an air

cleaner, rather than a throttle valve like before, the rate of the improvement in an output torque, and the diameter DR of a opening and the rate of the improvement in an output torque, respectively. In the resonator 20 (continuous line) of a configuration of it having been fixed to the engine 2 by abbreviation one like this invention, and having attached in the rigid high surge tank 10, it is made the capacity VR smaller than the resonator (alternate long and short dash line) of a configuration of having attached in the inlet pipe 14 of the upstream of a throttle valve estranged from the engine 2 like before, and the small diameter DR of a opening, and the good resonance supercharge effect is acquired so that clearly from these drawings.

[0033] Therefore, it becomes possible by making a resonator 20 into the location near a surge tank 10, and attaching it in the rigid high surge tank 10 in this way, to make it a compact and to demonstrate the very good resonance supercharge effect. In addition, a resonator 20 may not necessarily be attached in a surge tank 10, or you may make it attach it in the inhalation-of-air path of the upstream of a surge tank 10. In this case, a resonator 20 is attached in the downstream of a throttle valve, and, as for a fitting location and its downstream inhalation-of-air path, moreover, it is desirable to constitute with a high rigidity material like a surge tank 10. Furthermore, when the inhalation-of-air path of the throttle-valve upstream is continuously set as high rigidity with the inhalation-of-air path of a surge tank 10 or the throttle-valve downstream, a resonator 20 may be formed in the inhalation-of-air path of the throttle-valve upstream of this high rigidity.

[0034] Moreover, if drawing 6 is referred to, the relation between the engine speed Ne at the time of attaching the above-mentioned resonator 20 and an output torque is shown to a surge tank 10 by the continuous line, and the relation at the time of on the other hand attaching a resonator in the inlet pipe 14 of the upstream rather than a throttle valve like before is shown by the dashed line. According to this drawing, with the suction system concerned, when an engine speed Ne is engine-speed Ne1 (for example, 4000rpm) predetermined near (i.e., when vehicles are in a medium-speed region), it turns out that the output torque of an engine 1 is improving good. If it is when it seems that vehicles are accelerated in order to perform passing etc. by this when vehicles are medium-speed regions for example, it becomes possible to realize smooth acceleration transit.

[0035] Moreover, when an engine speed Ne is high and vehicles are in a high-speed region, it combines with the inertia-supercharging effect mainly demonstrated, and let output-torque change to an engine speed Ne be a smooth curve, because the output torque of an engine 1 improves when vehicles are in a medium-speed region. Therefore, in the suction system concerned, implementation of very good drivability is enabled in the whole field of an engine speed Ne.

[0036] By the way, before and behind a resonance frequency fR, it is usually in the orientation for pressure pulsation to decrease by the interferential action of a pressure wave. Therefore, in this drawing, when the field near [ which does not have the inertia-supercharging effect lower than the engine speed Ne1 (for example 4000rpm) predetermined in an engine speed Ne ] the 2500rpm, i.e., vehicles, is located in a low-speed region, the output torque is declining a little. However, in such a low-speed region, the property of an engine 1 is set up so that output torque sufficient from the first may be obtained. Therefore, even if an output torque declines a little in this low-speed field, it is satisfactory in any way.

[0037] Namely, if it is like this example when the injection mold gasoline engine in a cylinder is applied Since the fuel octane value in early stages of acceleration is not so low as port injection (an octane value falls transitionally since in port injection the low-boiling point component of a low octane value has priority in early stages of acceleration and a combustion chamber is supplied.) The tooth lead angle only of the part to which the ignition timing in early stages of acceleration when the wall surface temperature of a combustion chamber is low, and it is hard to generate knocking balances a low wall surface temperature is transitionally carried out to the time of steady operation, therefore the output torque at the time of low rotation is secured. Moreover, setting up the cam profile of the cam (not shown) for opening and closing the induction-exhaust valve of an engine 1 so that operation in a low rotation region may be suited most if it considers as a means to secure the output torque at the time of a low speed is also considered, and a setup of this cam profile is not restricted to the injection mold engine in a cylinder, but can be applied also to the usual port injection mold engine.

[0038] On the contrary, although an engine speed Ne is in the orientation which it will be filled and the unpleasant noise with low frequency, such as a sound, will generate if resonance takes place [ near the 2500rpm ] If the engine speed Ne by which resonance supercharge is carried out is made to shift to engine-speed Ne1 (for example, 4000rpm) near like the suction system concerned and resonance near the 2500rpm is suppressed such -- unpleasant -- it is filled and becomes removable very suitably about a sound (about 80-90Hz).

[0039] He is trying to connect a resonator 20 to the rigid high surge tank 10 formed in the intake manifold 4 connected to an engine 2 and abbreviation one in the suction system of this invention with the tube 30 which consists of elastic material of high rigidity too, as explained to details above. Therefore, resonance is generated good, without attenuating the pressure wave of the air in a resonator 20 and a surge tank 10, and positive pressure can be made to act on each branch pipe 6 proper by this resonance, and it becomes possible to demonstrate the



good resonance supercharge effect.

[0040] This becomes able [ an engine speed  $N_e$  ] to carry out resonance supercharge suitably in the field (a specific rotational frequency region, i.e., the rotational frequency region for acceleration) of engine-speed  $N_{e1}$  (for example, 4000rpm) predetermined near, when it is in a medium-speed region where vehicles usually accelerate passing etc. frequently during transit, good acceleration transit can be realized and drivability can be raised.

[0041] Furthermore, by pulling up the engine speed  $N_e$  which performs resonance supercharge even to engine-speed  $N_{e1}$  (for example, 4000rpm) predetermined near which is a medium-speed rotational frequency region, it is filled, a sound is removed suitably and the thing to depend on the resonance generated by resonance in a low-speed rotation numerical range (2500rpm near [ for example, ]) and for which the unpleasant noise is controlled also becomes possible. In addition, he is trying to form a resonator 20 in the suction system of the above-mentioned example for the purpose of raising the torque rise of the medium-speed rotational frequency region (for example, 3000 - 5000rpm) of an engine 1, i.e., the injection mold gasoline engine in a cylinder. However, as other means, it sets up in order to carry out the medium-speed torque rise of the configuration of the above-mentioned cam profile or an intake manifold 4, and you may make it form a resonator 20 in order to aim at the torque rise of a low-speed region or a high-speed region for a specific rotational frequency region as a low-speed rotation numerical range (for example, -3000rpm) or a high-speed rotational frequency region (for example, 5000rpm-). As for a specific rotational frequency region, at this time, it is desirable that it is the rotational frequency region which it is filled and a sound does not generate.

[0042]

[Effect of the Invention] As mentioned above, as explained to details, according to the suction system of the internal combustion engine of claim 1 of this invention The surge tank formed between the inhalation-of-air path to which the inhalation of air to an internal combustion engine is led, and an internal combustion engine and an inhalation-of-air path, The inlet manifold which connects between each gas column of an internal combustion engine, and surge tanks, Since it had resonance equipment which is connected to a surge tank or an inhalation-of-air path through a opening, has the resonant chamber which generates inhalation-of-air resonance in a surge tank, and performs resonance supercharge in each gas column Although resonance equipment resonates according to vibration of the inhalation of air in a surge tank, the resonance supercharge effect is demonstrated and the inhalation-of-air effectiveness of each gas column of an internal combustion engine improves resonance equipment -- the surge tank near the manifold -- rigidity -- it can be made to act on resonance equipment good by having attached highly, without attenuating vibration of the inhalation of air generated within a manifold within a manifold or a surge tank Therefore, even if it is vibration of few inhalation of air, the resonance supercharge effect can be demonstrated good.

[0043] According to the suction system of the internal combustion engine of claim 2, moreover, the resonance frequency of inhalation-of-air resonance It is what is determined based on the cylinder part chief who connects the inhalation-of-air path of the opening size of a opening, the capacity of a resonant chamber and a resonant chamber, a surge tank, or a surge tank right above style. Resonance frequency Since it is set up so that it may be in agreement with the vibration frequency of the inhalation of air at the time of the specific rotational frequency region of an internal combustion engine, in a specific rotational frequency region, the resonance supercharge effect is demonstrated suitably, and an output torque can be made to increase. Therefore, if it is when the internal combustion engine is carried in vehicles, the acceleration nature in the specific rotational frequency region (for example, medium-speed rotational frequency region) of vehicles can be raised good, and an acceleration feeling can be raised.

[0044] moreover, since it is set up so that it may be in agreement with the vibration frequency of the inhalation of air in the specific rotational frequency region from which it was filled and it separated from the sound generating rotational frequency, it is filled with the resonance frequency of inhalation-of-air resonance, can prevent it from making resonance equipment resonate in a sound generating rotational frequency region, and, according to the suction system of the internal combustion engine of claim 3, it generates by vibration of inhalation of air -- unpleasant -- it is filled, amplification of a sound (about 80-90 Hz) prevents, and it can avoid giving the operator of vehicles sense of incongruity

[0045] Moreover, according to the suction system of the internal combustion engine of claim 4, if it is when an internal combustion engine is in the medium-speed rotational frequency region 3500 regularly used at the time of acceleration - near the 4000rpm, the resonance supercharge effect is demonstrated suitably, an output torque can be raised certainly and the internal combustion engine is carried in vehicles, the acceleration nature near the 3500 - 4000rpm of the internal combustion engine used abundantly can be raised very good.

[0046] on the other hand, it is based on vibration of inhalation of air in case an internal combustion engine is in a low-speed rotation numerical range (2500rpm near [ For example, a four-cycle 4-cylinder engine ]) -- unpleasant

-- it is filled, amplification of a sound is prevented and it can avoid giving the operator of vehicles sense of incongruity Moreover, according to the suction system of the internal combustion engine of claim 5, since it is set as the range of 1.5l. or more and 6.0l. or less, capacity can make resonance equipment compact, without enlarging capacity of a resonant chamber, and can raise the resonance supercharge effect in the specific rotational frequency region of an internal combustion engine. Therefore, when the internal combustion engine is carried in vehicles, the good resonance supercharge effect can be acquired, without enlarging an engine room.

[0047] According to the suction system of the internal combustion engine of claim 6, the opening of the opening is carried out circularly. Moreover, a opening size Since it is set as the range below the diameter of circle which has two thirds of the area of the maximum cross sectional areas, such as a diameter of 30 millimeters or more, and a surge tank, according to capacity Even if it does not enlarge capacity of a resonant chamber and does not enlarge the opening size of a opening according to the capacity of a resonant chamber, the resonance supercharge effect in the specific rotational frequency region of an internal combustion engine can be raised. Therefore, when the internal combustion engine is carried in vehicles, the good resonance supercharge effect can be acquired, without enlarging an engine room.

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] The suction system of the internal combustion engine characterized by to have resonance equipment which is connected with an inlet manifold which connects between a surge tank formed between an inhalation-of-air path to which inhalation of air to an internal combustion engine is led, and said internal combustion engine and said inhalation-of-air path, and each gas column of said internal combustion engine and said surge tanks through opening at an inhalation-of-air path of said surge tank or said surge tank right above style, has a resonant chamber which generates inhalation-of-air resonance, and performs resonance supercharge in each of said gas column.

[Claim 2] It is the suction system of an internal combustion engine according to claim 1 which resonance frequency of said inhalation-of-air resonance is determined based on the cylinder part chief who connects an inhalation-of-air path of a opening size of said opening, capacity of said resonant chamber and said resonant chamber, said surge tank, or said surge tank right above style, and is characterized by setting up said resonance frequency so that it may be in agreement with vibration frequency of inhalation of air at the time of a specific rotational frequency region of said internal combustion engine.

[Claim 3] Resonance frequency of said inhalation-of-air resonance is a suction system of an internal combustion engine according to claim 1 or 2 characterized by being set up so that it may be in agreement with vibration frequency of inhalation of air in a specific rotational frequency region from which it was filled and separated from a sound generating rotational frequency.

[Claim 4] It is the suction system of an internal combustion engine according to claim 3 characterized by for said internal combustion engine being a four-cycle 4-cylinder engine, and a specific rotational frequency region of this engine being near the 3500 - 4000rpm.

[Claim 5] For said capacity, 4 is [ claim 2 characterized by being set as the range of 1.5l. or more and 6.0l. or less thru/or ] the suction system of an internal combustion engine of a publication either.

[Claim 6] It is the suction system of an internal combustion engine according to claim 5 which is carrying out the opening of said opening circularly, and is characterized by setting said opening size as a range below a diameter of circle which has two thirds of area of the maximum cross sectional area of said surge tank with which a diameter of 30 millimeters or more and said opening are prepared according to said capacity, or said inhalation-of-air path.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the outline configuration of the internal combustion engine to which the suction system of this invention is applied.

[Drawing 2] It is the drawing of longitudinal section of the resonator which meets the A-A line in drawing 1 .

[Drawing 3] It is the cross-sectional view of the resonator which meets the B-B line in drawing 2 .

[Drawing 4] It is drawing showing the relation between the capacity VR of a resonator, and the engine rate of the improvement in an output torque.

[Drawing 5] It is drawing showing the relation between the diameter DR of a opening of a resonator, and the engine rate of the improvement in an output torque.

[Drawing 6] It is drawing showing the relation of the engine speed Ne of an internal combustion engine and the engine output torque to which the suction system of this invention is applied.

## [Description of Notations]

1 Internal Combustion Engine (Four-Cycle 4-cylinder Engine)

2 Engine

4 Intake Manifold (Inlet Manifold)

6 Branch Pipe

10 Surge Tank

14 Inlet Pipe (Inhalation-of-Air Path)

16 Cylinder Part

19 Opening Edge (Opening)

20 Resonator (Resonance Equipment)

22 Resonant Chamber

24 Cylinder Part

28 Opening Edge (Opening)

30 Tube

[Translation done.]

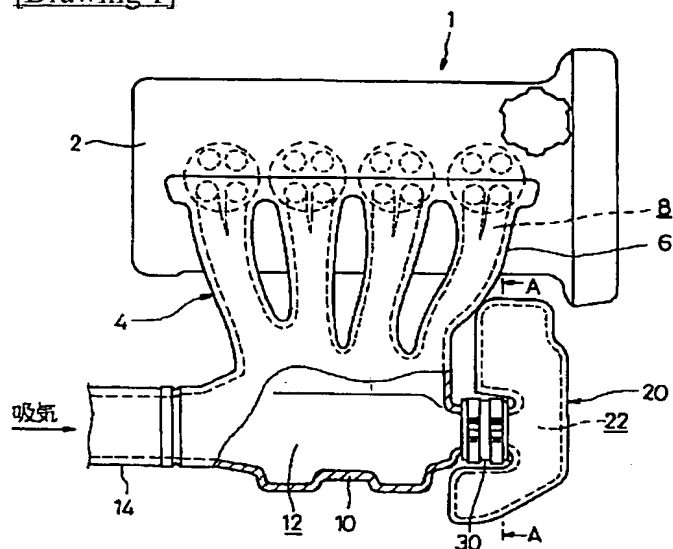
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

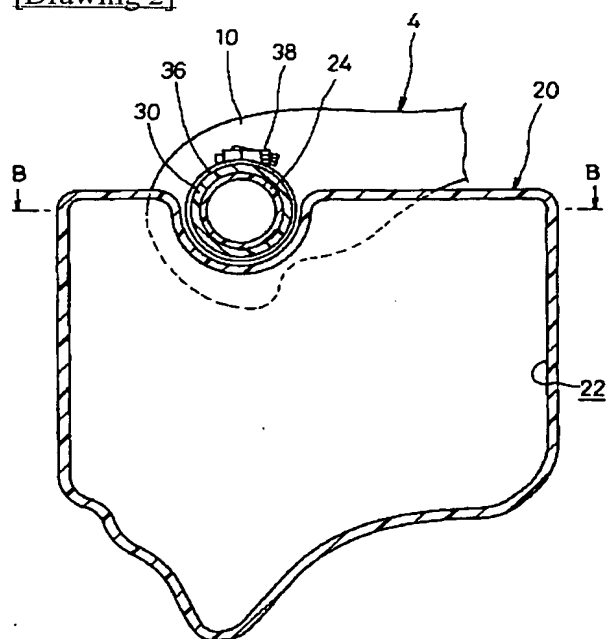
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

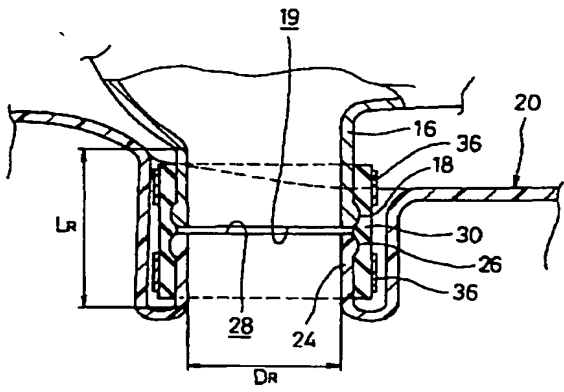
[Drawing 1]



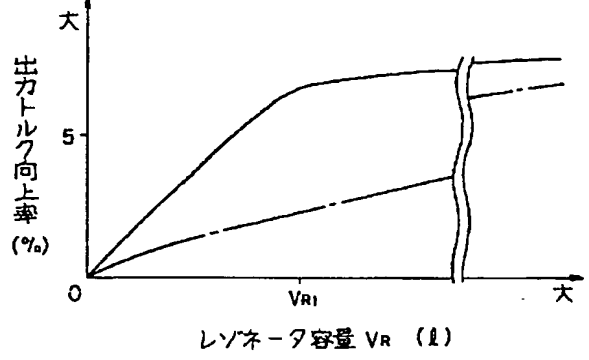
[Drawing 2]



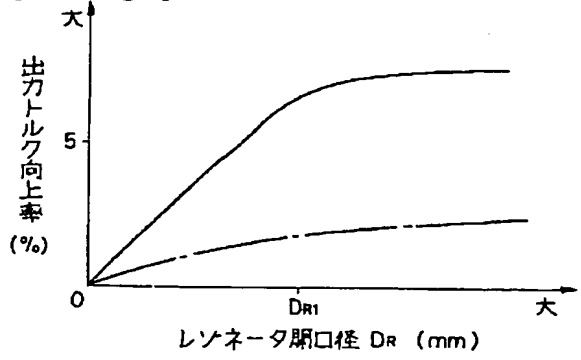
[Drawing 3]



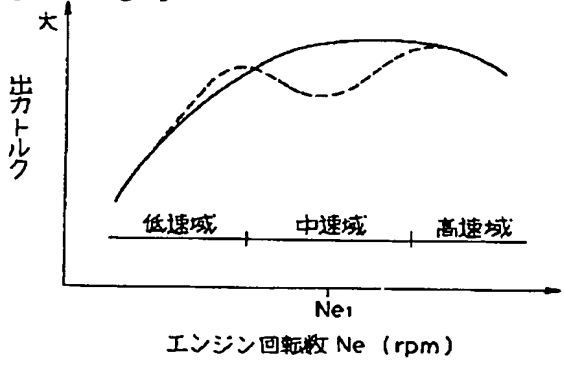
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

⌘ Title: **JP10018849A2: INTAKE DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

⌘ Derwent Title: Suction system resonance turbo charging for IC engine - has resonator with resonance chamber connected to surge tank for resonance turbo charging of individual cylinders ([Derwent Record](#))

⌘ Country: **JP** Japan

⌘ Kind: **A**

⌘ Inventor: **TAMURA HIROKI;**  
**NAKAYAMA OSAMU;**  
**YAMAZAKI NAOKI;**

⌘ Assignee: **MITSUBISHI MOTORS CORP**  
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)

⌘ Published / Filed: **1998-01-20 / 1996-07-03**

⌘ Application Number: **JP1996000173799**

⌘ IPC Code: **F02B 27/00;**

⌘ Priority Number: **1996-07-03 JP1996000173799**

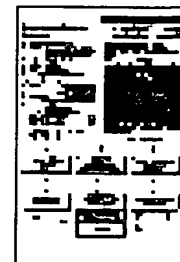
⌘ Abstract: **PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the output in the accelerating speed range of an engine by communicating and connecting a resonance chamber for generating intake resonance with/to a surge tank or an intake passage positioned just upstream from the surge tank, and carrying out resonance supercharging to each cylinder.

**SOLUTION:** An intake manifold 4 is provided with four branch pipes 6 in which an intake passage 8 for leading air to each cylinder of a four cylinder engine 1 inside, a space 12 inside, and a surge tank 10 for branching air into each intake pipe 6 integratedly. In this case, for example, hard resin resonator (a resonance device) 20 whose inner resonance chamber 22 is communicated with the space 12 of the surge tank 10, is connected to the other end of the surge tank 10 through a connecting member 30. The resonance frequency of the resonator 20 is set to synchronize with the frequency of pressure pulsation generated a prescribed engine speed, and thereby, resonance supercharging is carried out by the prescribed engine speed in the half of the intake stroke of each cylinder so as to improve the output of the engine.

**COPYRIGHT: (C)1998,JPO**

⌘ Family: **None**

⌘ Other Abstract Info: **DERABS G98-142181 DERG98-142181**

[View Image](#)

1 page

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 1 0 - 1 8 8 4 9

(43)公開日 平成10年(1998)1月20日

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 0 2 B 27/00

F 0 2 B 27/00

E

審査請求 未請求 請求項の数 6

O L

(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平8-173799

(22)出願日 平成8年(1996)7月3日

(71)出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社

東京都港区芝五丁目33番8号

(72)発明者 田村 宏記

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

(72)発明者 中山 修

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

(72)発明者 山崎 直樹

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

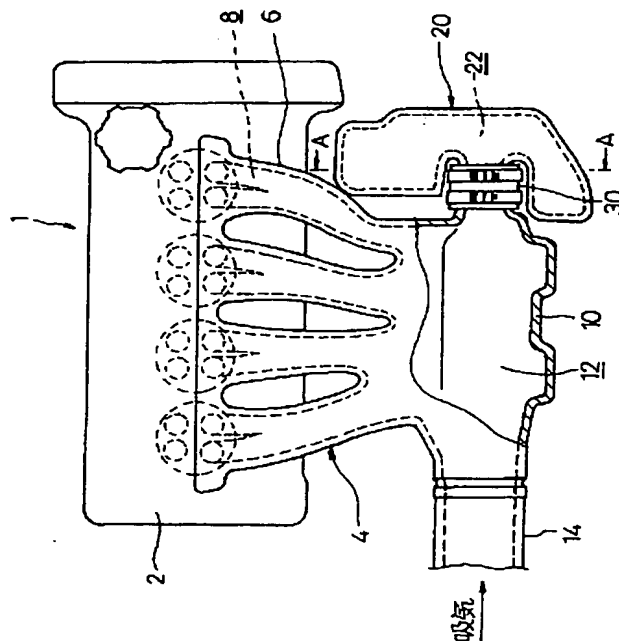
(74)代理人 弁理士 長門 侃二

(54)【発明の名称】 内燃エンジンの吸気装置

(57)【要約】

【課題】 内燃エンジンの加速用の特定回転域での出力を確実に向上可能な内燃エンジンの吸気装置を提供する。

【解決手段】 吸気装置は、内燃エンジンへの吸気を導く吸気通路(14)と、内燃エンジンと吸気通路との間に設けられたサージタンク(10)と、内燃エンジンの各気筒とサージタンクとの間を接続する吸気マニホールド(4)と、サージタンクまたはサージタンク直上流の吸気通路に開口部を介して接続され、吸気共鳴を発生させる共鳴室(22)を有し、各気筒に共鳴過給を行う共鳴装置(20)とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃エンジンへの吸気を導く吸気通路と、  
前記内燃エンジンと前記吸気通路との間に設けられたサージタンクと、  
前記内燃エンジンの各気筒と前記サージタンクとの間を接続する吸気マニホールドと、  
前記サージタンクまたは前記サージタンク直上流の吸気通路に開口部を介して接続され、吸気共鳴を発生させる共鳴室を有し、前記各気筒に共鳴過給を行う共鳴装置と、  
を備えたことを特徴とする内燃エンジンの吸気装置。

【請求項 2】 前記吸気共鳴の共鳴振動数は、前記開口部の開口寸法、前記共鳴室の容量及び前記共鳴室と前記サージタンクまたは前記サージタンク直上流の吸気通路とを連絡する筒部長に基づき決定されるものであり、前記共鳴振動数は、前記内燃エンジンの特定回転数域のときの吸気の振動数と一致するように設定されていることを特徴とする、請求項 1 記載の内燃エンジンの吸気装置。

【請求項 3】 前記吸気共鳴の共鳴振動数は、こもり音発生回転数から外れた特定回転数域における吸気の振動数と一致するように設定されていることを特徴とする、請求項 1 または 2 記載の内燃エンジンの吸気装置。

【請求項 4】 前記内燃エンジンは 4 サイクル 4 気筒エンジンであり、該エンジンの特定回転数域は 3 5 0 0 ~ 4 0 0 0 r p m 近傍であることを特徴とする、請求項 3 記載の内燃エンジンの吸気装置。

【請求項 5】 前記容量は、1. 5 リットル以上且つ 6. 0 リットル以下の範囲に設定されていることを特徴とする、請求項 2 乃至 4 のいずれか記載の内燃エンジンの吸気装置。

【請求項 6】 前記開口部は円形に開口しており、前記開口寸法は、前記容量に応じて直径 3 0 ミリメートル以上且つ前記開口部が設けられる前記サージタンクまたは前記吸気通路の最大横断面積の 2 / 3 の面積を有する円の直径以下の範囲に設定されていることを特徴とする、請求項 5 記載の内燃エンジンの吸気装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃エンジンの吸気装置に係り、詳しくは、共鳴過給効果を利用した吸気装置に関する。

## 【0 0 0 2】

【関連する背景技術】内燃エンジンの吸気効率、即ち、燃焼室内に吸入される吸気の体積効率を向上させ、出力トルクを向上させるための手段として慣性過給と共鳴過給とが知られている。慣性過給は、ピストン下降による発生負圧と吸気バルブの開閉とに基づいて吸気マニホールドの各独立吸気管内で発生する吸気の振動の反射によ

り吸気効率を高めるものであり、一方、共鳴過給は、多気筒エンジンにおいて、ピストン下降による発生負圧と吸気バルブの開閉とに基づく吸気系の振動を吸気系全体で共鳴させ増幅するようにして吸気効率を高めるものである。

【0 0 0 3】通常、共鳴過給では、吸気系の容積に応じ、共鳴する共鳴振動数（固有振動数）が自ずと決まってしまう。このことから、所望の内燃エンジンの回転数に応じた吸気系の振動数に共鳴振動数を一致させることを目的として、吸気系に共鳴装置（レゾネータ）を取付けるようにしている。例えば、特公平 8 - 1 9 8 8 5 号公報に開示された装置では、この共鳴装置をスロットルボディよりも上流のインテークパイプに取付けるようにしている。

## 【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】ところで、共鳴過給を好適に行うためには、なるべく吸気の振動の発生源、即ち吸気マニホールドに近づけるようにするのがよい。しかしながら、上記公報に開示された装置では、共鳴装置がスロットルボディよりも上流、即ち、吸気マニホールドから離間した遠い位置に取付けられている。

【0 0 0 5】このように、共鳴装置が吸気マニホールドから遠い位置にあると、吸気の振動が良好に共鳴装置に作用せず、また発生する共鳴波も弱い。従って、例えば、内燃エンジンの回転数が比較的高く、発生する吸気の振動数が大きい場合でも、その振動が減衰することで共鳴装置は的確な共鳴を起こすことができなくなる。故に、内燃エンジンの回転数が比較的高い中速回転数域での出力トルクを特に大きくしたい場合であっても、そのエンジン回転数では出力トルクを向上させることができないことになる。

【0 0 0 6】この場合、共鳴装置の容積を大きくすれば、ある程度内燃エンジンの回転数が高くても、良好且つ安定して共鳴を起こすことが可能になるのであるが、内燃エンジンが車両に搭載されているような場合には、共鳴装置を収納すべくエンジンルームを不必要に大きくしてしまうことになり現実的ではない。さらに、上記インテークパイプは、例えばエンジンルーム内での収納容易性から、樹脂やラバー材等の弾性材で製造されていることも多く、このようなインテークパイプに共鳴装置が取付けられた場合には、インテークパイプが吸気の振動を吸収してしまう虞がある。従って、この場合には、殆ど共鳴効果が得られず好ましいことではない。

【0 0 0 7】また、共鳴効果により出力トルク向上を図ろうとする場合、出力トルク向上が達成される内燃エンジンの回転数域は共鳴振動数により定まることになるのであるが、この回転数域を車両の加速時において常用される回転数域に一致させることが好ましいとされる。故に、この際、車両品質を確保する観点で、いかなる回転数域を加速用回転数域として共鳴振動数を設定するかも



課題となる。

【0008】本発明は、上述した事情に基づきなされたもので、その目的とするところは、内燃エンジンの加速用回転数域での出力を確実に向上可能な内燃エンジンの吸気装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するため、請求項1の発明では、内燃エンジンへの吸気を導く吸気通路と、前記内燃エンジンと前記吸気通路との間に設けられたサージタンクと、前記内燃エンジンの各気筒と前記サージタンクとの間を接続する吸気マニホールドと、前記サージタンクまたは前記サージタンク直上流の吸気通路に開口部を介して接続され、吸気共鳴を発生させる共鳴室を有し、前記各気筒に共鳴過給を行う共鳴装置とを備えたことを特徴としている。

【0010】従って、サージタンク内の吸気の振動に応じて共鳴装置が共鳴し、共鳴過給効果が発揮されて内燃エンジンの各気筒の吸気効率が向上する。特に、吸気マニホールド及びサージタンクが高い剛性を有する材料で構成されている場合には、マニホールド内で発生する吸気の振動が殆ど減衰することなく共鳴装置に良好に作用する。これにより、僅かな吸気の振動であっても共鳴過給効果が良好に発揮される。

【0011】共鳴装置をサージタンク直上流の吸気通路側に取付ける場合において、かかる取付部を含むその下流側の吸気通路の剛性をも高くしておけば、やはり良好な共鳴過給効果が発揮される。さらに、共鳴装置そのものの剛性を高くしておけば、より良好な共鳴過給効果が発揮される。また、請求項2の発明では、前記吸気共鳴の共鳴振動数は、前記開口部の開口寸法、前記共鳴室の容量及び前記共鳴室と前記サージタンクまたは前記サージタンク直上流の吸気通路とを連絡する筒部長に基づき決定されるものであり、前記共鳴振動数は、前記内燃エンジンの特定回転数域のときの吸気の振動数と一致するように設定されていることを特徴としている。

【0012】従って、共鳴振動数は内燃エンジンの特定回転数域のときの吸気の振動数とされ、この共鳴振動数となるように開口部の開口寸法や共鳴室の容量等が良好に設定可能とされる。これにより、特定回転数域において共鳴過給効果が好適に発揮されて出力トルクが増加する。内燃エンジンが車両に搭載されている場合にあっては、例えば特定回転数域を中速回転数域とすることで、車両の中速域での加速性が向上する。

【0013】なお、好ましくは、前記内燃エンジンを筒内噴射型ガソリン内燃エンジンで構成するのがよい。これにより、筒内噴射型ガソリン内燃エンジンは加速初期の筒内燃料のオクタン価が低下することがないため、定常運転時に対し燃焼室の壁面温度が低くノッキングが発生し難い加速初期の点火時期が充分に進角設定可能とされ、これにより低回転数域の出力トルクが確保され、上

記中速回転数域での共鳴過給作用と相まって加速フィーリングが著しく向上する。

【0014】加速フィーリングを向上させる手段としては、他に内燃エンジンの吸排気弁（特に吸気弁）を開閉させるカムのプロフィールを低回転数域で最も適合するように設定することも考えられる。これによっても、上記中速回転数域での共鳴過給作用と相まって加速フィーリングが良好に向上する。また、請求項3の発明では、前記吸気共鳴の共鳴振動数は、こもり音発生回転数から外れた特定回転数域における吸気の振動数と一致するように設定されていることを特徴としている。

【0015】従って、共鳴回転数域を加速運転時の常用使用域となるようにギヤ比等のマッチングを行うことで加速性能が格段に向上するとともに、不快なこもり音の増大が好適に抑えられる。また、請求項4の発明では、前記内燃エンジンは4サイクル4気筒エンジンであり、該エンジンの特定回転数域は3500～4000rpm近傍であることを特徴としている。

【0016】従って、内燃エンジンが3500～4000rpm近傍の回転数域にあるときに共鳴過給効果が好適に発揮可能とされ、内燃エンジンが車両に搭載されている場合にあっては、車両が加速走行中に到達する頻度の高い3500～4000rpm近傍での中速域の加速性が向上する。一方、内燃エンジンが3500～4000rpm近傍よりも低い回転数域にあるときには、共鳴装置は共鳴することがない。これにより、低速回転数域（例えば、4サイクル4気筒エンジンの場合2500rpm近傍）での吸気の振動により発生する不快なこもり音が増幅されることがなくなる。

【0017】また、請求項5の発明では、前記容量は、1.5リットル以上且つ6.0リットル以下の範囲に設定されていることを特徴としている。従って、共鳴室の容積を大きくすることなく、共鳴装置はコンパクトなものでありながら、内燃エンジンの特定回転数域での共鳴過給効果が向上可能とされる。

【0018】また、請求項6の発明では、前記開口部は円形に開口しており、前記開口寸法は、前記容量に応じた直径30ミリメートル以上且つ前記開口部が設けられる前記サージタンクまたは前記吸気通路の最大横断面積の2/3の面積を有する円の直径以下の範囲に設定されていることを特徴としている。従って、共鳴室の容積に応じ、共鳴室の容積を大きくせず且つ開口部の開口寸法を大きくしなくても内燃エンジンの特定回転数域での共鳴過給効果が向上可能とされる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施の形態としての実施例を詳細に説明する。図1には、車両に搭載され、本発明に係る吸気装置の適用される内燃エンジン1の上視図が示されており、以下、同図に基づき、エンジン1の吸気装置の構成を説明する。

【0020】エンジン1のエンジン本体2は、例えば、排気量2リットルの4サイクル4気筒ガソリンエンジンである。ここでは、特に、気筒内に直接燃料を噴射する方式の筒内噴射型ガソリンエンジンが適用されているが、これに限られず、多気筒を有するエンジンであればいかなる燃料噴射方式を有するエンジンでも適用可能である。また、排気量についても、2リットルに限定されるものではなく、例えば、1リットルから3リットル程度までとその適用範囲は広い。

【0021】当該実施例に示すような筒内噴射型ガソリンエンジンでは、各気筒に対して上方から吸気を行うようにされている。従って、このエンジン1では、各気筒に吸気を行うインテークマニホールド（吸気マニホールド）4はエンジン本体2の上部に接続され固定されている。このインテークマニホールド4は、例えばアルミ合金等の金属製であり、高剛性を有している。

【0022】インテークマニホールド4は、内部に各気筒へエアを導く吸気通路8の形成された4本の分岐管6からなっている。そして、このインテークマニホールド4には、内部に空間12を有し、各吸気管6にエアを分

流するサージタンク10が一体に形成されている。この空間12の容積は、例えば、エンジン1の排気量よりもやや小さい程度（例えば、0.8リットル～2.3リットル）に設定されている。

【0023】サージタンク10の一端には、スロットルバルブ（図示せず）を介してエアクリーナ（図示せず）に延びる吸気管14が接続されている。これにより、エアがサージタンク10、即ちインテークマニホールド4を経て各気筒に供給される。一方、サージタンク10の他端には、内部の共鳴室22がサージタンク10の空間12と連通するレゾネータ（共鳴装置）20が接続されている。詳しくは、レゾネータ20は、例えば硬質樹脂製であり、結合部材30を介してサージタンク10の他端に接続されている。

【0024】通常、上記サージタンク10は、分岐管6による慣性過給を安定化させる機能を有しており、さらには、各気筒の吸気による圧力波の圧力脈動を良好に吸気系の固有振動数、即ち共鳴周波数fRと同調させて共鳴過給効果を発揮する機能を有している。しかしながら、上記のように吸気系にレゾネータ20を設けること\*40

$$fR = a \cdot (\pi \cdot DR^2 / 4 \cdot VR \cdot LR)^{1/2} / 2 \cdot \pi \quad \dots(1)$$

ここに、aは音速であり、DRはレゾネータ20の上記筒部24の開口径であり（図3参照）、VRは上記共鳴室22の容量であり、LRは筒部24の長さである（図3参照）。

【0028】つまり、レゾネータ20の筒部24の開口径DR、上記共鳴室22の容量VR及び筒部24の長さLRを変化させることで、当該式(1)により上記共鳴周波数fRを自由に設定可能とされている。ここでは、レゾネータ20の共鳴周波数fRは、例えば、エンジン1を所

\*により、上記共鳴周波数fRを可変させるようにでき、これにより、共鳴過給を所定のエンジン回転数Ne1において好適に発生させることが可能とされる。つまり、所定のエンジン回転数Ne1で発生する圧力脈動の周波数fと同調するようにレゾネータ20の共鳴周波数fRを設定すれば、この所定のエンジン回転数Ne1では、各気筒の吸気行程後半、即ちエンジン1の各ピストン（図示せず）が上昇を開始しエアが分岐管6内に押戻されるときにおいて、この押戻しを好適に抑えて共鳴過給を行うことが可能とされる。これにより、体積効率を上げてエンジン1の出力トルクを向上させることが可能とされるのである。

【0025】図2を参照すると、図1中のA-A線に沿う断面が示されており、また、図3を参照すると、図2中のB-B線に沿う断面が示されており、以下、これら図2、3に基づき本発明に係るレゾネータ20の詳細について説明する。図2から明らかなように、レゾネータ20内部には、上記共鳴室22が形成されている。この共鳴室22は、筒部24の開口端（開口部）28においてのみ開口する閉空間とされている。

【0026】また、図3から明らかなように、サージタンク10とレゾネータ20との接続部分では、共に円形の開口を有するサージタンク10の筒部16の開口端

（開口部）19とレゾネータ20の筒部24の上記開口端28とが僅かな隙間を有して互いに突き合わされた状態とされている。そして、筒部16と筒部24とには、比較的高い強度を持ったラバー材等からなるチューブ30が密接状態に外嵌されている。このチューブ30は、筒部16及び筒部24に形成された突起18と突起26によって容易には外れないようにされている。さらに、チューブ30には、ボルト38によって締め付け具合を調節可能な一対のバンド36、36がそれぞれ筒部16及び筒部24に対応して外嵌されている。これにより、チューブ30は、バンド36、36に締め付けられて筒部16及び筒部24に圧接され、車両が揺れたときのレゾネータ20の振動に対する緩衝機能を有しながら強固にレゾネータ20とサージタンク10とを連結している。

【0027】ところで、上述の共鳴周波数fRは、ヘルムホルツの共鳴式、即ち次式(1)から算出される。

定のエンジン回転数Ne1（例えば、4000rpm）で運転したときに発生する圧力脈動の周波数f（例えば、135Hz）において同調し共鳴するようにされており、この共鳴周波数fRに基づいて上記開口径DR、容量VR及び長さLRは設定されている。つまり、開口径DR、容量VR及び長さLRは、所定のエンジン回転数Ne1（例えば、4000rpm）において体積効率を最も良好に上昇させるよう設定されている。これにより、エンジン回転数Neが所定のエンジン回転数Ne1（例えば、4000r

pm) 近傍であるときのエンジン 1 の出力トルクが好適に向上することになる。なお、所定のエンジン回転数  $Ne1$  は、3000~5000rpm、特に3500~4000rpm近傍の範囲(特定回転数域)で設定されるのがよい。

【0029】図4を参照すると、エンジン回転数  $Ne1$  (例えば、4000rpm)における、レゾネータ20の容量VRと出力トルク向上率との関係が実線で示されている。同図から明らかなように、容量VRが所定容量VR1(例えば、2リットル)よりも大きい範囲では、出力トルク向上率はそれほど変化せず略一定とされている。従って、ここでは、上記容量VRは、例えば、所定容量VR1(例えば、2リットル)或いはそれ以上とされており、通常は、車両のエンジンルームの収納スペースとの関係からレゾネータ20を極力小さくすべく、2リットル近傍に設定されている。なお、容量VRが大きい方が共鳴過給は安定するため、容量VRはエンジン1の排気量に応じて設定すればよい。このとき、容量VRの最小値は、例えば1.5リットルとされ、最大値は、エンジンルームの大きさを考慮し、例えば6リットルとされる。

【0030】また、図5を参照すると、エンジン回転数  $Ne1$  (例えば、4000rpm)での、レゾネータ20の筒部24の開口径DRと出力トルク向上率との関係が実線で示されている。上記容量VRの場合と同様に、開口径DRが所定開口径DR1(例えば、45mm)よりも大きい範囲では、出力トルク向上率はそれほど変化せず略一定である。従って、ここでは、上記開口径DRは、例えば、所定開口径DR1(例えば、45mm)近傍とされている。但し、この開口径DRは容量VRに応じて変化するものであり、その最小値は、例えば30mmとされ、最大値は、例えば、サージタンク10の横断面積の2/3の断面積を有する円の直径とされる。

【0031】なお、レゾネータ20の形状は、ここに示したような形状に限られず、所定容量VR1以上を確保可能であればいかなる形状であってもよい。ところで、実用例として最も好ましい諸元範囲は、サージタンク10の容量VRが1.8~3.0リットル程度であり、また開口径DRが35~50mm程度である。

【0032】以下、このように構成された吸気装置の作用を説明する。上記図4、5を再び参照すると、従来のようにレゾネータをスロットルバルブよりも上流側、即ちエアクリーナ側の吸気管14に取付けた場合の容量VRと出力トルク向上率及び開口径DRと出力トルク向上率との関係がそれぞれ一点鎖線で示してある。これらの図から明らかなように、本発明のようにエンジン本体2に略一体に固定され剛性の高いサージタンク10に取付けた構成のレゾネータ20(実線)では、従来のようにエンジン本体2から離間したスロットルバルブの上流側の吸気管14に取付けた構成のレゾネータ(一点鎖線)よ

りも少ない容量VR且つ小さい開口径DRにして良好な共鳴過給効果が得られている。

【0033】従って、このように、レゾネータ20をサージタンク10に近い位置にして剛性の高いサージタンク10に取付けることにより、コンパクトにして極めて良好な共鳴過給効果を発揮させることが可能となるのである。なお、レゾネータ20は必ずしもサージタンク10に取付けなくてもサージタンク10の上流側の吸気通路に取付けるようにしてもよい。この場合、レゾネータ20はスロットルバルブの下流側に取付けられ、しかも、取付け位置及びその下流側吸気通路は、サージタンク10と同様に高剛性材料により構成することが好ましい。さらに、スロットルバルブ上流側の吸気通路がサージタンク10やスロットルバルブ下流側の吸気通路と連続して高剛性に設定されている場合には、レゾネータ20は、かかる高剛性のスロットルバルブ上流側の吸気通路に設けられてもよい。

【0034】また、図6を参照すると、サージタンク10に上記レゾネータ20を取付けた場合のエンジン回転数  $Ne$  と出力トルクとの関係が実線で示され、一方、従来のようにスロットルバルブよりも上流側の吸気管14にレゾネータを取付けた場合の関係が破線で示されている。同図によれば、当該吸気装置では、エンジン回転数  $Ne$  が所定のエンジン回転数  $Ne1$  (例えば、4000rpm) 近傍のとき、即ち、車両が中速域にあるときにおいてエンジン1の出力トルクが良好に向上していることがわかる。これにより、車両が中速域のときに、例えば追抜き等を行うべく車両を加速させるような場合にあっては、スムーズな加速走行を実現することが可能となる。

【0035】また、車両が中速域にあるときにおいてエンジン1の出力トルクが向上することで、エンジン回転数  $Ne$  が高く車両が高速域にあるときに主として発揮される慣性過給効果と併せ、エンジン回転数  $Ne$  に対する出力トルク変化が滑らかな曲線とされている。故に、当該吸気装置では、エンジン回転数  $Ne$  の領域全体で極めて良好なドライバビリティが実現可能とされる。

【0036】ところで、通常、共鳴周波数  $fR$  の前後では、圧力波の干渉作用によって圧力脈動が減少する傾向にある。従って、同図において、エンジン回転数  $Ne$  が所定のエンジン回転数  $Ne1$  (例えば、4000rpm) よりも低く慣性過給効果のない2500rpm近傍の領域、即ち車両が低速域にあるときにおいては、若干出力トルクが低下している。しかしながら、このような低速域では、もともと充分な出力トルクが得られるようにエンジン1の特性が設定されている。故に、この低速領域において出力トルクがやや低下しても何ら問題はない。

【0037】即ち、本実施例のように、筒内噴射型ガソリンエンジンを適用した場合にあっては、ポート噴射のように加速初期の燃料オクタン価が低くないため(ポート噴射の場合、加速初期には低オクタン価の低沸点成分

が優先して燃焼室に供給されるため、過渡的にオクタン価が下がる。) 、定常運転時に対し燃焼室の壁面温度が低くノッキングが発生し難い加速初期の点火時期が低壁面温に見合う分だけ過渡的に進角されており、故に、低回転時の出力トルクが確保されているのである。また、低速時の出力トルクを確保する手段としては、この他にエンジン 1 の吸排気弁を開閉するためのカム (図示せず) のカムプロファイルを低回転域での運転に最も適合するように設定することも考えられ、このカムプロフィールの設定は、筒内噴射型エンジンに限られず通常のポート噴射型エンジンにも適用可能である。

【0038】逆に、エンジン回転数  $N_e$  が 2500 rpm 近傍において共鳴が起こると、こもり音等の周波数の低い不快な騒音が発生する傾向にあるのであるが、当該吸気装置のように、共鳴過給の実施されるエンジン回転数  $N_e$  をエンジン回転数  $N_{e1}$  (例えば、4000 rpm) 近傍に移行させ、2500 rpm 近傍での共鳴を抑えるようにすれば、このような不快なこもり音 (80~90 Hz 程度) を極めて好適に除去可能となる。

【0039】以上詳細に説明したように、本発明の吸気装置では、レゾネータ 20 を、エンジン本体 2 と略一体に接続されたインテークマニホールド 4 に形成された剛性の高いサージタンク 10 に、やはり高剛性の弾性材からなるチューブ 30 により接続するようにしている。従って、レゾネータ 20 及びサージタンク 10 内のエアの圧力波を減衰させてしまうことなく良好に共鳴を発生させ、この共鳴によって各分岐管 6 に適正に正圧を作用させるようにでき、良好な共鳴過給効果を発揮させることが可能となる。

【0040】これにより、エンジン回転数  $N_e$  が所定のエンジン回転数  $N_{e1}$  (例えば、4000 rpm) 近傍の領域 (特定回転数域、即ち加速用回転数域) において、好適に共鳴過給を実施することが可能となり、車両が通常走行中に追抜き等の加速を頻繁に実施するような中速域にあるときにおいて、良好な加速走行を実現してドライバビリティを向上させることができる。

【0041】さらに、共鳴過給を行うエンジン回転数  $N_e$  を中速回転数域である所定のエンジン回転数  $N_{e1}$  (例えば、4000 rpm) 近傍にまで引き上げることににより、低速回転数域 (例えば、2500 rpm 近傍) での共鳴によって発生していた共鳴によるこもり音を好適に除去し、不快な騒音を抑制することも可能となる。なお、上記実施例の吸気装置では、エンジン 1、即ち筒内噴射型ガソリンエンジンの中速回転数域 (例えば、3000~5000 rpm) のトルクアップを上げることを目的としてレゾネータ 20 を設けるようにしている。しかしながら、他の手段として、上記カムプロフィールやインテークマニホールド 4 の形状を中速トルクアップさせるべく設定し、特定回転数域を低速回転数域 (例えば、~3000 rpm) または高速回転数域 (例えば、5000 rpm

m~) として低速域或いは高速域のトルクアップを図るべくレゾネータ 20 を設けるようにしてもよい。このとき、特定回転数域はこもり音の発生しない回転数域であることが望ましい。

#### 【0042】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明の請求項 1 の内燃エンジンの吸気装置によれば、内燃エンジンへの吸気を導く吸気通路と、内燃エンジンと吸気通路との間に設けられたサージタンクと、内燃エンジンの各気筒とサージタンクとの間を接続する吸気マニホールドと、サージタンクまたは吸気通路に開口部を介して接続され、サージタンク内に吸気共鳴を発生させる共鳴室を有し、各気筒に共鳴過給を行う共鳴装置とを備えるようにしたので、サージタンク内の吸気の振動に応じて共鳴装置が共鳴し、共鳴過給効果が発揮されて内燃エンジンの各気筒の吸気効率が向上するのであるが、共鳴装置をマニホールド近傍のサージタンクに剛性高く取付けたことで、マニホールド内で発生する吸気の振動をマニホールドやサージタンク内で減衰させることなく共鳴装置に良好に作用させることができる。従って、僅かな吸気の振動であっても共鳴過給効果を良好に発揮させることができる。

【0043】また、請求項 2 の内燃エンジンの吸気装置によれば、吸気共鳴の共鳴振動数は、開口部の開口寸法、共鳴室の容量及び共鳴室とサージタンクまたはサージタンク直上流の吸気通路とを連絡する筒部長に基づき決定されるものであり、共鳴振動数は、内燃エンジンの特定回転数域のときの吸気の振動数と一致するように設定されているので、特定回転数域において共鳴過給効果を好適に発揮して出力トルクを増加させるようにできる。従って、内燃エンジンが車両に搭載されている場合にあっては、車両の特定回転数域 (例えば、中速回転数域) での加速性を良好に向上させ、加速フィーリングを向上させることができる。

【0044】また、請求項 3 の内燃エンジンの吸気装置によれば、吸気共鳴の共鳴振動数は、こもり音発生回転数から外れた特定回転数域における吸気の振動数と一致するように設定されているので、こもり音発生回転数域で共鳴装置を共鳴させないようにでき、吸気の振動により発生する不快なこもり音 (80~90 Hz 程度) の増幅を防止して、車両の運転者に違和感を与えないようにできる。

【0045】また、請求項 4 の内燃エンジンの吸気装置によれば、内燃エンジンが加速時に常用される 3500~4000 rpm 近傍の中速回転数域にあるときに共鳴過給効果を好適に発揮させて出力トルクを確実に向上させるようにでき、内燃エンジンが車両に搭載されている場合にあっては、多用される内燃エンジンの 3500~4000 rpm 近傍での加速性を極めて良好に向上させることができる。

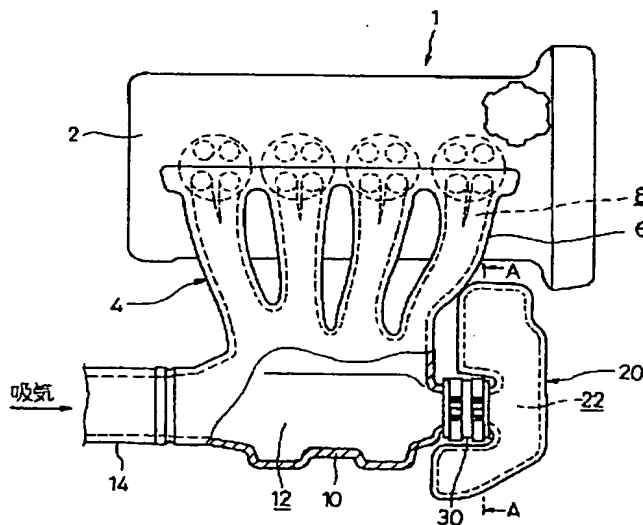
【0046】一方、内燃エンジンが低速回転数域（例えば、4サイクル4気筒エンジンでは2500rpm近傍）にあるときの吸気の振動による不快なこもり音の増幅を防止して、車両の運転者に違和感を与えないようにできる。また、請求項5の内燃エンジンの吸気装置によれば、容量は、1.5リットル以上且つ6.0リットル以下の範囲に設定されているので、共鳴室の容積を大きくすることなく共鳴装置をコンパクトなものにして、内燃エンジンの特定回転数域での共鳴過給効果を向上させることができる。従って、内燃エンジンが車両に搭載されている場合には、エンジンルームを大きくすることなく良好な共鳴過給効果を得ることができる。

【0047】また、請求項6の内燃エンジンの吸気装置によれば、開口部は円形に開口しており、開口寸法は、容量に応じて直径30ミリメートル以上且つサージタンク等の最大横断面積の2/3の面積を有する円の直径以下の範囲に設定されているので、共鳴室の容積に応じ、共鳴室の容積を大きくせず且つ開口部の開口寸法を大きくしなくても内燃エンジンの特定回転数域での共鳴過給効果を向上させることができる。従って、内燃エンジンが車両に搭載されている場合には、エンジンルームを大きくすることなく良好な共鳴過給効果を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の吸気装置が適用される内燃エンジンの概略構成を示す図である。

【図1】



【図2】図1中のA-A線に沿うレゾネータの縦断面図である。

【図3】図2中のB-B線に沿うレゾネータの横断面図である。

【図4】レゾネータの容量VRとエンジンの出力トルク向上率との関係を示す図である。

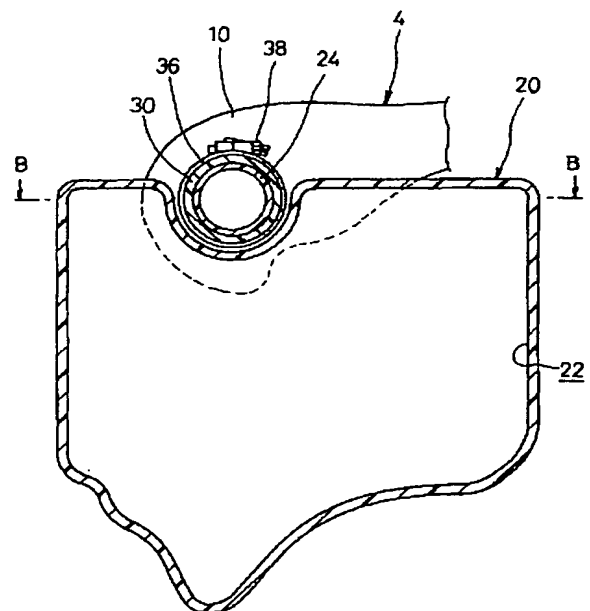
【図5】レゾネータの開口径DRとエンジンの出力トルク向上率との関係を示す図である。

【図6】本発明の吸気装置が適用される内燃エンジンのエンジン回転数Neとエンジンの出力トルクとの関係を示す図である。

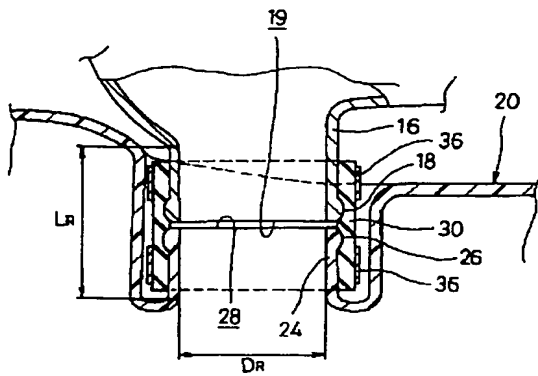
#### 【符号の説明】

- 1 内燃エンジン（4サイクル4気筒エンジン）
- 2 エンジン本体
- 4 インテークマニホールド（吸気マニホールド）
- 6 分岐管
- 10 サージタンク
- 14 吸気管（吸気通路）
- 16 筒部
- 19 開口端（開口部）
- 20 レゾネータ（共鳴装置）
- 22 共鳴室
- 24 筒部
- 28 開口端（開口部）
- 30 チューブ

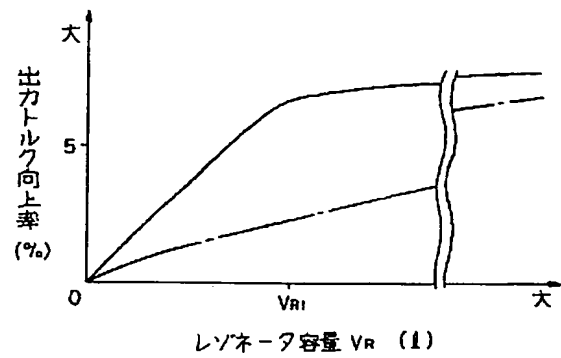
【図2】



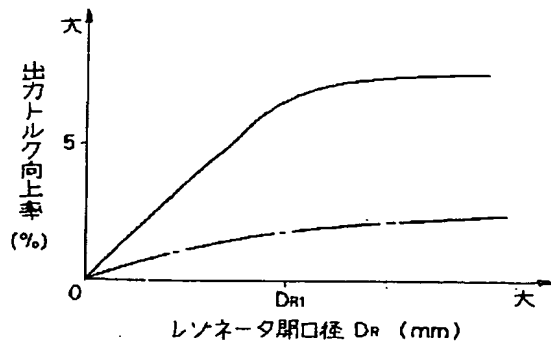
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

